

ФАНО России  
Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки  
**Федеральный исследовательский центр**  
**«Карельский научный центр**  
**Российской академии наук»**  
(КарНЦ РАН)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Врио председателя КарНЦ РАН  
Член-корр. РАН



\_\_\_\_\_ О.Н. Бахмет

\_\_\_\_\_ 2018 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**  
в аспирантуру по направлению подготовки  
**09.06.01 Информатика и вычислительная техника,**  
профиль обучения «Математическое моделирование, численные  
методы и комплексы программ»

Принято Ученым советом КарНЦ РАН от «25» мая 2018 г., протокол № 07.

## Пояснительная записка

Программа вступительного экзамена разработана на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (уровень магистратуры)<sup>1</sup> и Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 230100 Информатика и вычислительная техника (квалификация (степень) "магистр")<sup>2</sup>

## Содержание

### 1. Основы статистического моделирования

- 1.1. Статистические оценки и их основные свойства (состоятельность, несмещенность, эффективность). Неравенство Рао-Крамера.
- 1.2. Методы нахождения статистических оценок (методы моментов и максимального правдоподобия).
- 1.3. Общая логическая схема статистического критерия. Критерии согласия.
- 1.4. Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло. Примеры.
- 1.5. Корреляционный анализ. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов.
- 1.6. Дисперсионный анализ.
- 1.7. Множественная регрессия. Нахождение наиболее информативного множества признаков линейной регрессии.
- 1.8. Нелинейная регрессия.

### 2. Прикладная теория вероятностей

- 2.1. Основные классы случайных процессов: марковские, процессы восстановления, гауссовские (винеровский и дробный броуновский процесс).
- 2.2. Интервальное оценивание на основе центральной предельной теоремы.
- 2.3. Простейшая система M/M/1, стационарное распределение (вывод).
- 2.4. Марковские и регенерирующие процессы (определения и основные свойства).
- 2.5. Формула Поллачека –Хинчина (вывод, применение).
- 2.6. Формула Литтла (вывод, применение).
- 2.7. Теорема Джексона о декомпозиции стационарной марковской сети (формулировка и применение).

### 3. Теория графов

- 3.1. Модели в форме графов.
- 3.2. Алгоритмы поиска на графах: Беллмана — Форда, Дейкстры, Форда — Фалкерсона, Крускала, Прима, поиск в глубину, поиск в ширину.
- 3.3. Модель случайных графов Эрдёша — Реньи, модель Барабаша-Альберт, модель Уоттса — Строгатца.

### 4. Математическая теория игр

- 4.1. Задача выпуклого программирования. Теорема Куна-Таккера.
- 4.2. Принцип равновесия.

---

<sup>1</sup> Приказ Минобрнауки России от 30.10.2014 N 1420 (ред. от 20.04.2016) "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (уровень магистратуры)".

<sup>2</sup> Приказ Минобрнауки РФ от 09.11.2009 N 554 (ред. от 31.05.2011) "Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 230100 Информатика и вычислительная техника (квалификация (степень) "магистр")".

- 4.3. Потенциальные игры.
- 4.4. Выпуклые игры.
- 4.5. Кооперативные игры.

## **5. Дифференциальные уравнения**

- 5.1. Основные понятия и определения, геометрическая интерпретация. Теорема Пикара о существовании и единственности решения задачи Коши.
- 5.2. Простейшие методы интегрирования уравнений 1-го порядка.
- 5.3. Решение линейных уравнений и систем с постоянными коэффициентами.
- 5.4. Устойчивость по Ляпунову, метод функций Ляпунова.
- 5.5. Динамические системы: основные понятия и определения. Инвариантные множества, предельные множества, грубость (структурная устойчивость).

## **6. Численные методы**

- 6.1. Решение систем линейных алгебраических уравнений: прямые и итерационные методы (общая характеристика, примеры).
- 6.2. Методы вычисления собственных чисел матрицы (на выбор).
- 6.3. Интерполирование (интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона), численное дифференцирование и интегрирование (общая методология, примеры).
- 6.4. Минимизация функций нескольких переменных: градиентные методы, методы сопряженных направлений.
- 6.5. Численное решение задачи Коши: методы Рунге-Кутты, Адамса.
- 6.6. Разностные методы решения краевых задач математической физики (основные понятия, примеры).
- 6.7. Метод конечных элементов.

## **7. Информатика и вычислительная техника**

- 7.1. Алгоритм (машина Тьюринга, нормальные алгоритмы Маркова, конечные автоматы. Понятие сложности алгоритмов).
- 7.2. Алгебра логики: булевы функции. На выбор: критерий Поста (критерий полноты класса булевых функций, с доказательством), законы де Моргана (доказательство), закон Пирса (доказательство), задача выполнимости булевых формул (сложность и частные случаи задачи SAT, без доказательства).
- 7.3. Формальные языки и грамматики (классификация по Хомскому). Операции над строками: подстановка, гомоморфизм, проекция, синтаксическое отношение, префикс (рассказать об одной из операций).
- 7.4. Архитектуры вычислительных систем (рассказать об одной из архитектур): архитектура фон Неймана (принципы фон Неймана), Гарвардская архитектура (модификации архитектуры).
- 7.5. Организация КЭШ-памяти. Стековые компьютеры, RISC – процессоры.
- 7.6. Абстрактный тип данных: список, стек, очередь, ассоциативный массив, очередь с приоритетом. Структуры данных: массив, запись, связный список (линейный однонаправленный, двунаправленный, XOR-связный, кольцевой, с пропусками), дерево (двоичное, AVL-дерево, красно-чёрное, префиксное, суффиксное, куча (Фибоначчиева, двоичная)), хеш-таблица. Выбрать любые две структуры, рассказать о них, сравнить скорость доступа, время вставки и удаления элемента. В-дерево, алгоритмы сортировки.
- 7.7. Уровни сетевой модели OSI. Рассказать об одном из уровней подробнее.
- 7.8. Сложные сети и анализ гиперссылок. Свойства сетей: плотность, коэффициент кластеризации, меры центральности. Алгоритмы: HITS, PageRank. Рассказать об одном из алгоритмов и об одном из свойств.
- 7.9. Алгоритмы маршрутизации. Стек протоколов TCP/IP.

## **8. Операционные системы и системы программирования**

- 8.1 Операционная система. На выбор: структура (компоненты) ОС, типы ОС, процессы (управление процессами, состояния процессов), потоки (типы многопоточности, взаимодействие потоков).
- 8.2. Управление памятью в операционных системах. На выбор: динамическое распределение памяти, виртуальная память, сборка мусора (проблемы, механизмы).
- 8.3. Парадигмы программирования. Процедурное программирование, объектно-ориентированное программирование.
- 8.4. Функциональное программирование, логическое программирование.
- 8.5. Параллельные вычисления. На выбор: закон Амдала, закон Густавсона-Барсиса, метрика Карпа-Флэта, типы параллелизма, анализ параллельных алгоритмов (оценка времени выполнения от числа процессоров).
- 8.6. Технология параллельного программирования. На выбор: OpenMP, MPI/
- 8.7. Языки баз данных (на выбор): язык описания данных, язык управления и манипулирования данными, язык запросов.
- 8.8. Проектирование баз данных (на выбор): нормальная форма, ограничения целостности.
- 8.9. Базы знаний. Извлечение знаний из текста (на выбор): выделение именованных сущностей, разрешение кореференции, построение онтологий.
- 8.10. Способы представления знаний (на выбор): семантическая сеть, фрейм, тематическая карта.
- 8.11. На выбор: экспертная система, система вывода (reasoning system), машина вывода (архитектура), алгоритм Rete.

### **Литература**

1. Альфред В. Ахо, Моника С. Лам, Рави Сети, Джеффри Д. Ульман. Компиляторы принципы, технологии, инструментарий. Вильямс. 2011.
2. Аксенова Е.А., Соколов А.В. Алгоритмы и структуры данных на C++. Петрозаводск, изд-во ПетрГУ, 2008 г.
3. Карманов В.Г. Математическое программирование. М.: Физматлит, 2008.
4. Кнут Д. Искусство программирования. MMIX RISC-компьютер для нового тысячелетия. Вильямс. 2007.
5. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. М.: Физматлит, 2006.
6. Лебедев В.И. Функциональный анализ и вычислительная математика. М.: Физматлит, 2005.
7. Мазалов В.В. Математическая теория игр и приложения, Санкт-Петербург, Лань, 1010.
8. Петров И.Б., Лобанов А.И. Лекции по вычислительной математике. М., 2006.
9. Реттиева А.Н. Оптимальность в динамических и вероятностных моделях. Учебное пособие. Петрозаводск: изд-во ПетрГУ, 2011.
10. Страуструп Б. Дизайн и эволюция C++. – М.: ДМК Пресс, СПб.: Питер, 2007.
11. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. М.: Физматлит, 2005.
12. Турчак Л.И., Плотников П.В. Основы численных методов. М., 2005.
13. Формалев В.Д., Ревизников Д.Л. Численные методы. М., 2006.
14. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. М.: Бином – Пресс, 2007.
15. Харари Ф. Теория графов. М: ЛИБРОКОМ, 2009.
16. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло в вычислительной математике. СПб.: Бином, 2009.